

Comparative study of the dynamism of teeth eruption among children residing in an area with formerly fluorine-contaminated atmosphere

Badania porównawcze dynamiki wyrzynania zębów u dzieci zamieszkujących teren z powietrzem w przeszłości skażonym fluorem

Ewa Zielińska¹, Jolanta E. Loster², Bartłomiej W. Loster¹

¹ Katedra Ortodoncji, Instytut Stomatologii, Wydział Lekarski, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska
Department of Orthodontics, Dental Institute, Faculty of Medicine, Jagiellonian University, Medical College, Cracow, Poland
Head: prof. dr hab. B.W. Loster

² Katedra Protetyki Stomatologicznej, Instytut Stomatologii, Wydział Lekarski, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska
Department of Prosthodontics, Dental Institute, Faculty of Medicine, Jagiellonian University, Medical College, Cracow, Poland
Head: dr hab. G. Wiśniewska

Abstract

Aim of the study. Research was conducted in the 1970s among children living in a fluorine-contaminated area of the Polish town of Skawina. The results revealed slowing down of permanent tooth eruption. The aim of this research was to conduct a comparative study among children currently living the formerly fluorine-contaminated area in relation to children who lived in the same area during the period of fluorine contamination. **Material and methods.** Group I, the research group, consisted of 1190 children from Skawina. Group II, the control one, consisted of the 1201 Skawina children who were investigated in the 1970s' research. Group III, the present-day control group, consisted of 511 subjects from Cracow. Each group was divided into one-year age subgroups ranging from 7 to 14 years. **Results.** The dynamism of permanent tooth eruption in the research group was greater than that of the group from the 1970s, but increased dynamism was not observed in all age groups. Significant differences were found in the 7-year-old, 9-year-old, and 12-year-old male subgroups and the 8-, 12-, and 13-year-old female subgroups, in the number of permanent teeth per individual. **Conclusions.** The dynamism of permanent tooth eruption in the research group of children living in the area previously contaminated with fluorine is

Streszczenie

Wprowadzenie. W latach siedemdziesiątych XX wieku w Skawinie przeprowadzono badania dynamiki wyrzynania zębów u dzieci zamieszkujących teren skażenia fluorem. Uzyskane wyniki świadczyły o spowolnieniu tempa wyrzynania stałych zębów u dzieci z tego rejonu w stosunku do grupy kontrolnej – dzieci krakowskich. Celem pracy było porównanie dynamiki wyrzynania zębów u dzieci aktualnie zamieszkujących teren byłego skażenia fluorem, w stosunku do dzieci, które mieszkaly na tym terenie w czasie aktywnego skażenia tym pierwiastkiem. **Material i metody.** Badaniami objęte były dzieci z trzech grup. Grupa I – badana – obejmowała 1190 dzieci ze Skawiny, Grupa II – kontrolna – 1201 dzieci przebadanych w latach 70-tych XX wieku w Skawinie, Grupa III – kontrolna (współczesna) – 511 dzieci z Krakowa. Każda z grup podzielona była na osiem podgrup wiekowych od 7 do 14 roku życia. **Wyniki.** Dynamika wyrzynania zębów stałych w grupie badanej (I) była większa niż w grupie z lat siedemdziesiątych (II), ale nie we wszystkich podgrupach wiekowych i różnie u obu płci. Na podstawie współczynnika liczby zębów stałych na osobę wykazano różnicę istotną statystycznie u chłopców w podgrupie 7-, 9- i 12-latków, u dziewcząt w podgrupie 8-, 12- i 13-latków. **Wnioski.** Dynamika wyrzynania zębów stałych u dzieci obecnie

KEYWORDS:

aluminum smelter, fluorine, pollution, tooth eruption

HASŁA INDEKSOWE:

huta aluminium, fluor, wyrzynanie zębów, zanieczyszczenie środowiska

greater than that of the children who lived there 40 years earlier during the period of pollution. There is some impact of the environment, but the process involves many factors and it is not possible to assess one factor in isolation from the other. Periodic verification of time and sequence of eruption for the population residing in a specific environment is indicated.

zamieszkujących teren byłego skażenia fluorem jest większa niż u dzieci żyjących na tym terenie przed 40 laty. Istnieje wpływ środowiska na dynamikę wyrzynania zębów, ale w związku z tym, że proces ten podlega wielu czynnikom, nie można w sposób wyizolowany ocenić jednego z nich. Wskazane jest weryfikowanie co pewien czas terminów i sekwencji wyrzynania zębów dla populacji żyjącej w danych warunkach środowiskowych.

Introduction

In the 1970s in Cracow, the Dental Group of the Fluoride Toxicology Committee of the Polish Academy of Sciences conducted research to assess the possible impact of fluorine contamination on the dynamism of permanent teeth eruption. The research was conducted in Skawina, where an aluminum smelter operated from 1954 to 1983, leading to the contamination of the environment with fluorine. The results were compared with a control group of children from Cracow. The average age of individual tooth eruption in the research group was found to be higher than in the control group. Moreover, the average value of the number of permanent teeth per individual in the research group was lower by one year than that of the control group. These values were statistically significant. On this basis, it was concluded that the environmental contamination with fluorine decreased the dynamism of permanent teeth eruption.¹ Monitoring of the atmosphere was conducted by the Regional Environmental Protection Inspectorate in the years 1989–2001 and showed that the concentration of fluorine in the air was lower than during the aluminum smelter's years of operation. This decrease concerned the atmospheric dust analyzed for the presence of heavy metals and fluorine, as well of soluble fluorine compounds. It was assumed that the present environmental conditions in Skawina and Cracow are nearly the same in this respect. Natural, civilizational, and cultural factors can have an effect on biological development, including terms of permanent tooth eruption, and from time to time their verification is necessary for specific populations living in diversified environments.²

Wstęp

W latach siedemdziesiątych XX wieku w Krakowie grupa stomatologiczna Zespołu ds. Toksykologii Fluoru Komisji Medycznej PAN podjęła badania, których celem była ocena ewentualnego wpływu pyłów i gazów przemysłowych zawierających fluor na dynamikę wyrzynania zębów. Badania przeprowadzono w Skawinie, gdzie w latach 1954–1983 Huta Aluminium (HAS), była źródłem skażenia środowiska związkami fluoru. Uzyskane wyniki porównano z grupą kontrolną, którą stanowiła populacja dzieci z Krakowa i Rzeszowa. Średni wiek, w którym wyrzywały się poszczególne zęby stałe był w grupie badanej wyższy od grupy kontrolnej. Ponadto przeciętne wartości współczynnika liczby stałych zębów u dzieci w Skawinie były niższe o 1 rok od grupy kontrolnej. Wartości te były znamienne statystycznie. Na tej podstawie wysnuto wniosek, że skażenie środowiska miało wpływ na obniżenie dynamiki wyrzynania zębów.¹ Na podstawie prowadzonego przez krakowski Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (WIOŚ) monitoringu w latach 1989–2001 na terenie Skawiny, można stwierdzić spadek stężenia fluoru w powietrzu atmosferycznym w stosunku do okresu działania HAS. Spadek ten dotyczył zarówno opadu pyłu analizowanego na obecność metali ciężkich, jak i fluoru. Ustalono, że obecnie stan środowiska naturalnego na terenie Skawiny i Krakowa jest zbliżony. Naturalne i cywilizacyjno-kulturowe modyfikatory rozwoju mają wpływ na rozwój biologiczny a tym samym na terminy wyrzynania zębów, dlatego jest potrzeba ich weryfikowania dla danej populacji żyjącej w konkretnych warunkach środowiskowych.²

Aim of the study

The aim of the present research was to conduct a comparative study of the dynamism of teeth eruption among children living in an area where, since 1989, there has been a progressively decreasing level of fluorine contamination in the air, and to compare these data with those of children who lived in the same area during the period of fluorine contamination. An additional aim is to establish whether there are differences in the dynamism of permanent teeth eruption between children living now in Skawina and Cracow.

Material and methods

Three groups of children constituted the research material. The choice of the number and age of children derives from the research described by *Wodniecki* et al. in the 1970s.¹ These results make up the control Group II. The current research included pupils of two elementary schools and one higher school in Skawina, constituting the research Group I. The present-day control Group III consisted of patients of the Consultative Clinic of the Provincial Orthodontic Dental Clinic in Cracow. The children and their parents were informed of the aim of the

The investigation was carried out in artificial light using a dental mirror and a probe. The data were stored on a special card showing personal data, date of birth, date of investigation, and dental chart. According to the WHO standards, an erupted tooth is any tooth visible in the oral cavity, regardless of the level of advancement of the eruptive process.³ Each card also contained orthodontic diagnosis. All the children were examined by the same dentist, a specialist in orthodontics (E.Z.). Each group (I, II, III) was divided into one-year age subgroups ranging from 7 to 14 year, indicated by the letters A to H (IA, IB, IC, etc.). The investigations were conducted from March 2010 to September 2010. The Bioethics Committee approved the research (KBET/29/B/2010) and diagnostic procedures, which were performed in accordance with the recommendations of the Helsinki Declaration.

Cel badań

Celem pracy było przeprowadzenie badań porównawczych określających dynamikę wyrzynania zębów u dzieci, które aktualnie zamieszkują teren, na którym od 1989 roku zmniejszało się stężenie fluoru w powietrzu, w stosunku do dzieci, które mieszkaly na tym terenie w czasie aktywnego skażenia tym pierwiastkiem. Dodatkowo chodziło o ustalenie, czy aktualnie istnieje różnica w dynamice wyrzynania zębów u dzieci zamieszkujących teren byłego skażenia fluorem w porównaniu do dzieci z Krakowa.

Material i metody

Wszystkie analizowane w niniejszej pracy wyniki badań dzieci, podzielono na trzy grupy. Wybór szkół, liczba i wiek badanych związany był z zachowaniem równoważności z grupą opisaną przez J. *Wodnieckiego* i wsp. w latach 70-tych.¹ Wyniki te stanowiły w ocenianym materiale grupę kontrolną II. Badaniem aktualnym objęto uczniów dwóch szkół podstawowych i jednej szkoły gimnazjalnej ze Skawiny. Stanowili oni grupę badaną I. Grupa III była grupą kontrolną – współczesną i składała się z pacjentów Konsultacyjnej Poradni Ortodontycznej Wojewódzkiej Przychodni Stomatologicznej im. dr n. med. Z. Żaka w Krakowie. Oceniane dzieci oraz ich opiekunowie zostali poinformowani o celu badań i wyrazili na nie pisemną zgodę.

Badania przeprowadzano w oświetleniu sztucznym z użyciem narzędzi diagnostycznych – lusterka i zgłębnika. Dane zapisywano na specjalnej karcie badań, zawierającej dane osobowe, datę urodzenia, datę badania, diagram zębowy. Zgodnie ze standardami ŚOZ³ za ząb wyrżnięty uznawano taki, który jest widoczny w jamie ustnej, niezależnie od stopnia zaawansowania tego procesu. Karta zawierała również informacje dotyczące rozpoznania ortodontycznego. Wszystkie dzieci zostały zbadane przez tego samego lekarza stomatologa, specjalistę ortodoncji (E. Z.). W każdej z grup (I, II, III) wyodrębniono 8 podgrup wiekowych od 7 do 14 roku życia, numerowanych literami alfabetu od A do H. Badania przeprowadzono w okresie od III 2010 do IX 2010 po uzyskaniu zgody komisji bioetycznej nr KBET/29/B/2010. Postępowanie

Statistics

The material was statistically analyzed using the STATA 8.0 software. Qualitative variables were compared using the χ^2 test, and in the case of small numbers, by Fisher's exact test. To analyze quantitative variables in comparing two groups, the Mann-Whitney test was used. The comparison of these results with those published in 1975 was performed using Student's *t*-test. The level of statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results

The current research included 1701 children (822 boys and 879 girls) aged from 7 to 14 years. The children were divided into two groups; a research group (I) consisting of 1190 children (594 boys and 596 girls) aged 7 to 14 years, with mean age 10.28 years, and a present-day control group (III) of 511 children (228 boys and 283 girls) aged 7 to 14 years. In the 1970s, *Wodniecki et al.*¹ examined 1201 children (585 boys and 616 girls), the pupils of two elementary schools in Skawina; the results of that research constitute the control group (II). Each group was divided into age subgroups, as shown in Tab. 1.

The emergence of the first permanent molars and of the first permanent incisors in both arches, the second incisors in the mandible and the beginning of the emergence of the lateral incisors in the maxilla were observed among the 7-year-olds in the first group (group IA). The number of permanent teeth per individual for this group was 8.42 ± 3.12 for girls and 9.06 ± 2.93 for boys; the differences were not statistically significant.

In the group of 8-year-old children (IB), the emergence of the upper lateral incisors was more advanced among girls. In this group, 51.25% of girls and 38.24% of boys had erupted teeth on both sides. In the 7-year-olds, teeth that are characteristic of the second phase of emergence occurred in some cases. The number of permanent teeth per individual was 11.04 ± 2.36 for girls and 9.94 ± 2.36 for boys, with the difference being statistically significant ($p = 0.0214$).

The first phase of emergence of the permanent teeth has completely finished in the 9-year-old group (IC); more than 90% of these boys and

diagnostyczne przebiegało zgodnie z zaleceniami Konwencji Helsińskiej.

Analiza statystyczna

Materiał poddano analizie statystycznej, obliczenia przeprowadzono za pomocą pakietu STATA 8.0. Zmienne jakościowe porównywano za pomocą testu χ^2 , a w przypadku małych liczebności – testu dokładnego Fishera. Do analizy zmiennej ilościowej przy porównaniu dwóch grup zastosowano test Manna-Whitneya. Porównanie uzyskanych wyników z wynikami opublikowanymi w 1975 roku wykonano za pomocą testu *t*-Studenta. Istotność statystyczną przyjęto na poziomie $p < 0,05$.

Wyniki

Badaniem aktualnym objęto 1701 dzieci, w tym 822 chłopców i 879 dziewcząt w wieku od 7 do 14 lat. Badanych podzielono na dwie grupy: grupę I – badaną, która obejmowała 1190 dzieci w wieku od 7 do 14 lat, średnia wieku 10,28 w tym 596 dziewcząt i 594 chłopców i grupę kontrolną III (współczesną), obejmującą 511 osób w tym 283 dziewcząt i 228 chłopców w wieku od 7 do 14 lat. W latach 70-tych *Wodniecki i wsp.*¹ przebadali 1201 dzieci, w tym 616 dziewcząt i 585 chłopców, uczniów dwóch szkół podstawowych ze Skawiny stanowiących grupę kontrolną II. Dzieci we wszystkich badaniach zostały podzielone na grupy wiekowe, co przedstawiono w tabeli 1.

W grupie IA u 7-letnich badanych obserwowano wyrżnięcie pierwszych stałych zębów trzonowych i pierwszych stałych zębów siecznych w obu łukach, drugich zębów siecznych w żuchwie oraz początek wyrzynania bocznych zębów siecznych w szczęcie. Obliczony dla tej grupy wiekowej sumaryczny współczynnik liczby stałych zębów na osobę wyniósł odpowiednio dla dziewcząt $8,42 \pm 3,12$ i dla chłopców $9,06 \pm 2,93$, różnice nie były istotne statystycznie.

U 8-letnich badanych (grupa IB) proces wyrzynania bocznych zębów siecznych górnych był bardziej zaawansowany u dziewcząt. W grupie tej 51,25% dziewcząt i 38,24% chłopców miało wyrżnięte zęby obustronnie. Zęby charakterystyczne dla II fazy wyrzynania podobnie jak u 7-lat-

Table 1. Summary of the number of subjects in particular age groups

Group age	Research (I)			Control (II)			Control (III)		
	♀	♂	total	♀	♂	total	♀	♂	total
A – 7 years	76	81	157	46	54	100	30	25	55
B – 8 years	80	68	148	63	62	125	37	30	67
C – 9 years	79	83	162	94	84	178	34	29	63
D – 10 years	77	101	178	65	64	129	37	27	64
E – 11 years	77	81	158	78	73	151	43	30	73
F – 12 years	77	65	142	88	80	168	40	27	67
G – 13 years	82	75	157	104	92	196	43	29	72
H – 14 years	48	40	88	78	76	154	19	31	49
Total	596	594	1190	616	585	1201	283	228	511

girls had complete emergence of the teeth of this phase on at least one side. The second phase of eruption occurred in the upper dental arch. 25% of girls and boys already had the first premolar on both sides of the maxilla. In the lower arch of the girls, this process occurred somewhat faster. The lower canines were found in 15.19% of girls, compared with only 2.41% of boys, and the first lower premolar on both sides appeared in 11.39% and 7.23% of girls and boys, respectively. The number of permanent teeth per person in this group was 13.85 ± 2.99 for girls and 13.15 ± 2.58 for boys; the difference was not statistically significant.

The differences in the dynamism of the emergence of permanent teeth between girls and boys in the group (ID) of 10-year-old children affected the canines and second premolars. The presence of canines on both sides occurred in 24.68% of girls and in 5.94% of boys. The second premolars were present in 29.87% and 15.84% of girls and boys, respectively. The difference in the rate of eruption was also observed in this age group in the lower dental arch. Both lower canines were present in 61.04% of girls and 24.75% of boys, and both first premolars in 48.05% of girls and 29% of boys. The second premolars were

ków występowały w pojedynczych przypadkach. Wartość współczynnika liczby stałych zębów na osobę wynosiła u dziewcząt $11,04 \pm 2,36$, a u chłopców $9,94 \pm 2,36$ i różnica była istotna statystycznie ($p=0,0214$).

U 9-latków (grupa IC) kończyła się I faza wyrzynania, i ponad 90% chłopców i dziewcząt miało wyrżnięte zęby tej fazy minimum jednostronnie. Druga faza wyrzynania intensywniej zachodziła w górnym łuku zębowym. 25% badanych dziewcząt i chłopców miało obustronnie wyrżnięty pierwszy ząb przedtrzonowy w szczęcie. W dolnym łuku u dziewcząt proces ten był nieco szybszy. Obecność dolnych kłów stwierdzono u 15,19% dziewcząt i jedynie u 2,41% chłopców, a pierwszy ząb przedtrzonowy dolny obustronnie występował odpowiednio u 11,39% i 7,23%. Współczynnik liczby wyrżniętych stałych zębów na osobę wynosił w tej grupie dla dziewcząt $13,85 \pm 2,99$, dla chłopców $13,15 \pm 2,58$ i różnica nie była istotna statystycznie.

W grupie wiekowej 10-latków (grupa ID) występowały różnice w tempie wyrzynania pomiędzy dziewczętami a chłopcami, w szczęcie w zakresie kłów i drugich zębów przedtrzonowych. Obecność obustronnie wyrżniętych kłów odnotowano u 24,68% dziewcząt i u 5,94% chłopców,

found in 16.88% of boys and 23.38% of girls. The number of permanent teeth per individual was 17.82 ± 4.57 among girls and 15.7 ± 3.1 among boys; the difference was statistically significant ($p = 0.029$).

In the group of 11-year-olds (IE), there were differences in the number of permanent teeth per individual between the males and females. Among the girls, the process of emergence was more advanced. The maxillary canines on both side of the dental arch were observed among 55.84% of girls and 30.86% of boys. In the mandible, differences occurred in all the groups of permanent teeth that are characteristic of the second phase of dentition. The number of permanent teeth per individual in this age group was 21.35 ± 4.46 among girls and 19.76 ± 4.77 among boys, and the difference was statistically significant ($p = 0.0198$).

The second phase of emergence was ongoing in the group of 12-year-olds (IF). Excluding the third molars, 31% of the examined children had all their permanent teeth. The girls slightly preceded the boys and the eruption in their lower arches was more advanced. The number of permanent teeth per individual was 25.14 ± 3.34 among girls and 24.23 ± 3.90 among boys, but the difference was not statistically significant.

54.1% of those examined in the 13-year-old subgroup (IG) had all their permanent teeth, excluding the third molars. Differences between the females and males, as in the younger subgroups, were noticeable in the last tooth groups to erupt, namely, the second molars and the maxillary canines. The number of permanent teeth per individual was 27.74 ± 2.23 among girls and 25.74 ± 3.22 among boys, and the difference was statistically significant ($p = 0.0011$).

More than 90% of the females and 85% of the males from the 14-year-old subgroup (IH) had permanent teeth erupted on both sides of the upper and lower dental arch. The number of permanent teeth per individual in this age group was 27.1 ± 1.63 for girls and 27.11 ± 2.23 for boys, though the difference was not statistically significant.

In the contemporary control group (III), there were no significant differences between the sexes

w przypadku drugich zębów przedtrzonowych było to odpowiednio 29,87% i 15,84%. Różnice w tempie wyrzynania zaobserwowano w tej grupie wiekowej również w dolnym łuku zębowym. Obydwa dolne kły występowały u 61,04% dziewcząt i 24,75% chłopców. Obydwa pierwsze zęby przedtrzonowe – odpowiednio u 48,05% dziewcząt i 29% chłopców. W przypadku drugich zębów przedtrzonowych obecność ich wykazano u 16,88% chłopców i 23,38% dziewcząt. Współczynnik liczby stałych zębów na osobę wynosił u dziewcząt $17,82 \pm 4,57$ u chłopców $15,7 \pm 3,1$ różnica była istotna statystycznie ($p=0,029$).

W grupie 11-latków (grupa IE) wystąpiły różnice w zależności od płci w liczbie wyrzniętych zębów stałych. U dziewcząt obserwowano bardziej zaawansowany proces wyrzynania. W szczęcie dotyczyło to kłów – u 55,84% dziewcząt i 30,86% chłopców. W żuchwie różnice występowały we wszystkich grupach zębowych drugiej fazy wyrzynania. Wskaźnik liczby zębów stałych na osobę dla dziewcząt wynosił w tej grupie wiekowej $21,35 \pm 4,46$, u chłopców $19,76 \pm 4,77$ i różnica była istotna statystycznie ($p=0,0198$).

W grupie 12-latków (grupa IF) nadal trwało wyrzynanie II fazy. Nie wliczając trzecich zębów trzonowych 31% badanych miało wyrznięte wszystkie stałe zęby. Dziewczeta nieznacznie wyprzedzały chłopców i wyrzynanie w dolnym łuku było bardziej zaawansowane. Współczynnik liczby stałych zębów na osobę wynosił dla dziewcząt $25,14 \pm 3,34$, dla chłopców $24,23 \pm 3,90$, różnica nie była istotna statystycznie.

W grupie trzynastolatków (grupa IG) 54,1% badanych miało wyrznięte wszystkie stałe zęby. Różnice pomiędzy dziewczętami a chłopcami, podobnie jak u młodszych badanych widoczne były w ostatnich wyrzynających się grupach zębowych – były to drugie zęby trzonowe i kły w szczęcie. Współczynnik liczby stałych zębów na osobę wyniósł dla dziewcząt $27,74 \pm 2,23$, a dla chłopców $25,74 \pm 3,22$ i różnica była istotna statystycznie ($p=0,0011$).

W grupie 14-latków (grupa IH) u ponad 90% badanych dziewcząt i ponad 85% chłopców we wszystkich grupach zębowych górnego i dolnego łuku obustronnie były obecne wszystkie zęby.

in any age subgroup. In the 7-year-old group IIIA, the only teeth to appear in over 90% of the children were the central incisors in the mandible. The number of permanent teeth per individual in this age group was 7.77 ± 3.01 for girls and 8.04 ± 3.49 for boys; the difference was not statistically significant.

The first phase of emergence was ongoing in the subgroup of 8-year-old subjects (group IIIB), with the final teeth from this group – the upper lateral incisors – being present on both sides in 36.67% of males and 40.54% of females. The number of permanent teeth per individual in this age group was 10.59 ± 2.37 for girls and 9.83 ± 2.69 for boys. The difference was not statistically significant.

In the 9-year-old group (IIIC), the first phase of emergence had finished for girls, but was still ongoing among the boys. The first permanent molars and the central and lateral incisors in the upper and lower jaw had erupted in over 90% of girls. In the case of the boys, the presence of the upper lateral incisors was demonstrated in 65.52% of patients. The only teeth not found in any of the subjects were the upper and lower second molars; teeth from the other groups were always observed in greater numbers among the girls, with the exception of the first premolars in the maxilla. The teeth on both sides had erupted in 31.03% of boys and 11.76% of girls. The number of permanent teeth per individual was 12.91 ± 3.06 for girls and 12.97 ± 3.11 for boys; this was not a statistically significant difference.

The first phase of the eruption had finished in the 10-year-old group (IIID), and all groups of teeth characteristic of the second phase of dentition had appeared, including solitary cases of the upper canines and the second molars of the upper and lower jaw; however, the percentage of children with total permanent dentition was 0%. The number of permanent teeth per individual was 15.89 ± 3.24 for girls and 16.07 ± 3.97 for boys, and the difference was not statistically significant.

All teeth characteristic of the second phase of eruption were observed in the group of 11-year-olds (IIIE), at various stages of development. 2.7% of subjects had all their permanent teeth, excluding the third molars. The number of permanent teeth

Współczynnik wyrżniętych stałych zębów na osobę w tej grupie wiekowej wyniósł dla chłopców $27,11 \pm 2,23$, dla dziewcząt $27,1 \pm 1,63$ i różnica nie była statystycznie istotna.

W grupie kontrolnej III, w żadnej podgrupie wiekowej nie było istotnych różnic pomiędzy dziewczętami a chłopcami. U 7-latków (grupa IIIA) jedyną grupą zębową, która występowała u ponad 90% badanych był przyśrodkowy ząb sieczny w żuchwie. Współczynnik liczby wyrżniętych zębów stałych na osobę wyniósł dla dziewcząt $7,77 \pm 3,01$, dla chłopców $8,04 \pm 3,49$, różnica nie była istotna statystycznie.

W podgrupie 8-latków (grupa IIIB) trwało wyrzynanie I fazy, ostatnie z tej grupy zęby – boczne sieczne górne obecne były obustronnie u 36,67% chłopców i 40,54% dziewcząt. Współczynnik liczby wyrżniętych zębów stałych na osobę wyniósł dla dziewcząt $10,59 \pm 2,37$, dla chłopców $9,83 \pm 2,69$. Różnica nie była istotna statystycznie.

W grupie IIIC – u dziewięcioletnich dziewcząt zakończył się, a u chłopców trwał proces wyrzynania pierwszej fazy. U ponad 90% dziewcząt wyrżnięte były pierwsze stałe zęby trzonowe, sieczne przyśrodkowe i boczne w żuchwie i szczęcie. W przypadku chłopców obecność bocznych zębów siecznych górnych obserwowano u 65,52% badanych. Jedynymi zębami, których obecności nie stwierdzono u żadnego z badanych były stałe górne i dolne drugie zęby trzonowe, pozostałe grupy zębowe były obserwowane zawsze w większej liczbie u dziewcząt, z wyjątkiem pierwszych zębów przedtrzonowych w szczęcie. Obustronnie wyrżnięte te zęby miało 31,03% chłopców i 11,76% dziewcząt. Współczynnik wyrżniętych stałych zębów na osobę dla dziewcząt wyniósł $12,91 \pm 3,06$, dla chłopców $12,97 \pm 3,11$, brak było różnic istotnych statystycznie.

W grupie IIID – 10-latków u obu płci zakończył się proces wyrzynania pierwszej fazy, oraz obserwowano wyrzynanie wszystkich grup zębowych drugiej fazy, łącznie z pojedynczymi przypadkami obecności górnych kłów i drugich zębów trzonowych górnych i dolnych, ale odsetek osób z całkowitym uzębieniem stałym wyniósł 0%. Współczynnik liczby wyrżniętych zębów

per individual was 19.58 ± 5.24 for girls and 19.17 ± 4.49 for boys; the difference was not statistically significant.

Differences in the number of erupted permanent teeth that are characteristic of the second phase of dentition were observed in both sexes in the group (IIIF) of 12-year-olds. The process was more advanced among females, but the difference in the number of permanent teeth per individual was not statistically significant, and amounted to 24.65 ± 2.82 for girls and 22.56 ± 4.92 for boys. The percentage of children who had all their permanent teeth in this subgroup was 20.1%.

The percentage of 13-year-olds (IIIG) with full dentition was 37.5%. The speed of permanent tooth eruption was nearly identical in both sexes. The process of eruption of the second upper molars had not completed, with their presence on both sides of the arch being observed in more than half of the cases (in 58.14% of girls and 51.72% of boys). The number of permanent teeth per individual was similar: 25.72 ± 3.1 for girls and 25.17 ± 2.74 for boys.

In more than 85% of the girls from the 14-year-old subgroup (IIIH), the teeth from all the tooth groups, excluding the third molars, had erupted. This process was slightly less advanced in boys, especially in the second molars of the maxilla: 64.58% of males had that tooth on both sides of the jaw. The number of permanent teeth per individual was 26.95 ± 1.61 for girls and 26.38 ± 2.63 for boys, with the difference not being statistically significant.

Analysis of results

In research group (I), there were significant differences in the number of permanent teeth per individual between females and males for four age groups: in the 8-, 10-, 11-, and 13-year-olds, always in favour of the girls. In the control group (II) from the 1970s, the differences between the sexes appeared in the 7-, 10-, and 11-year-old children, also always in favour of the girls. However, in the contemporary control group (III), no such differences existed between the sexes. The comparison of groups I and II was conducted with regard to the gender division.

stałych dla dziewcząt wyniósł $15,89 \pm 3,24$, dla chłopców $16,07 \pm 3,97$ i różnica nie była istotna statystycznie.

W grupie IIIE – jedenastolatków, obserwowano obecność wszystkich zębów charakterystycznych dla II fazy wyrzynania w różnym stopniu zaawansowania. 2,7% badanych miało wyrżnięte wszystkie stałe zęby poza trzecimi zębami trzonowymi. Współczynnik liczby stałych zębów na osobę wynosił u dziewcząt $19,58 \pm 5,24$, u chłopców $19,17 \pm 4,49$, różnica nie była istotna statystycznie.

W grupie IIIF – 12-letnich badanych różnice w liczbie wyrżniętych zębów drugiej fazy u obu płci zaobserwowano we wszystkich grupach zębów górnego i dolnego łuku, zawsze u dziewcząt zaznaczał się bardziej zaawansowany proces, ale różnica we współczynniku liczby stałych zębów na osobę nie była istotna statystycznie i wynosiła dla dziewcząt $24,65 \pm 2,82$ i dla chłopców $22,56 \pm 4,92$. Odsetek osób, u których były wyrżnięte wszystkie stałe zęby wynosił w tej podgrupie 20,1%.

W grupie IIIG – trzynastolatków, odsetek osób, u których stwierdzono wyrżnięte wszystkie stałe zęby wyniósł 37,5%. Tempo wyrzynania było wyrównane u obu płci. Nie został zakończony proces wyrzynania w zakresie drugich zębów trzonowych górnych. Ich obecność obustronnie obserwowano u ponad połowy badanych (58,14% dziewcząt i 51,72% chłopców). Współczynnik liczby wszystkich stałych zębów na osobę był wyrównany i wyniósł dla dziewcząt $25,72 \pm 3,1$ i dla chłopców $25,17 \pm 2,74$.

W grupie IIIH – czternastolatków, u ponad 85% badanych dziewcząt stwierdzono obustronne występowanie zębów wszystkich grup górnego i dolnego łuku, z wyłączeniem trzecich zębów trzonowych. Proces ten był nieznacznie mniej zaawansowany u chłopców w zakresie drugich zębów trzonowych w szczęcie – u 64,58% badanych były one wyrżnięte obustronnie. Współczynnik liczby stałych zębów na osobę wyniósł dla dziewcząt $26,95 \pm 1,61$, dla chłopców $26,38 \pm 2,63$ i nie był istotny statystycznie.

Omówienie wyników badań

W grupie badanej I wystąpiły istotne statystycznie różnice we współczynniku liczby stałych zę-

Taking into account the number of permanent teeth per individual among the boys, significant differences occurred in the subgroup of 7-, 9-, and 12-year-olds. In each subgroup, the progress toward permanent tooth eruption was greater in the research group than in the group from the 1970s. The results slightly differ as far as the girls are concerned. Significant differences in the number of permanent erupted teeth per individual were found in the 8-, 12-, and 13-year-old subgroups. As in the group of boys, the results indicated faster dynamics of tooth eruption in the present-day group. In terms of the number of children with completed eruption of all permanent teeth – considering both groups and disregarding the gender division – there were significant differences among the 12- and 13-year-olds. In the first of these groups, the percentage of subjects with all their permanent teeth was 31% in the research group and 17.8% ($p = 0.007$) in the control group. More considerable differences were reported among the 13-year-olds. In group I, 54.1% of the 13-year-old subjects had all their permanent teeth, a trait shared by only 30.08% ($p = 0.0001$) of the control group. Comparing the research group (I) and the present-day control group (III) in terms of the number of permanent teeth per individual, there were no significant differences in any group of boys, although for almost every age subgroup (except only the 10-year-old boys), the dynamics of eruption was larger in the research group than in the control one, especially for the 7- and 12-year-old boys. In the female groups, significant differences were found in the subgroups of 10- and 13-year-olds, and to a lesser extent in the subgroups of 9- and 11-year-olds. Differences were found in the number of children (disregarding sex) with all their permanent teeth in the groups of 13-year-old children: the value was 37.5% in group III and 54.1% in group I.

Discussion

The main aim of this project was to compare the rate of eruption of teeth across a time span of almost 40 years of population groups living in the same area, though in different environmental conditions. In conducting a comparative analysis

between the female and male groups for four age subgroups (8-, 10-, 11- and 13-year-olds), it was higher for girls. In the control group from the 1970s (group II) differences between girls and boys in terms of the correlation coefficient were registered in the 7-, 10- and 11-year-olds, the correlation coefficient was also higher in girls. In the contemporary control group (group III) there were no differences in the correlation coefficient of permanent teeth between genders. The comparative analysis between group I and II was conducted by gender. The most significant differences occurred in the subgroup of 7-year-old boys. The next age group, in which divergent results were observed, was the 9-year-olds. The next and finally the last group, in which a statistically significant difference was noted, was the 12-year-olds. In all these groups the degree of advancement of permanent teeth eruption was higher in the research group I in relation to the archival group II. Slightly different results were obtained in the case of girls. A statistically significant difference in the correlation coefficient of permanent teeth was observed in the 8-, 12- and 13-year-olds. In the remaining age subgroups no differences were observed. Just as in the group of boys, the results indicate a faster tempo of permanent teeth eruption in the research group I in relation to the archival group II. Slightly different results were obtained in the case of girls. A statistically significant difference in the correlation coefficient of permanent teeth was observed in the 8-, 12- and 13-year-olds. In the remaining age subgroups no differences were observed. Just as in the group of boys, the results indicate a faster tempo of permanent teeth eruption in the research group I in relation to the archival group II. Slightly different results were obtained in the case of girls. A statistically significant difference in the correlation coefficient of permanent teeth was observed in the 8-, 12- and 13-year-olds. In the remaining age subgroups no differences were observed. Just as in the group of boys, the results indicate a faster tempo of permanent teeth eruption in the research group I in relation to the archival group II.

Comparing the tempo of permanent teeth eruption between the research group I and the contemporary control group III on the basis of the correlation coefficient of permanent teeth eruption in any of the age subgroups of boys, no significant differences were observed. In the case of girls, a statistically significant difference was observed in the 10- and 13-year-olds, and to a lesser extent in the 9- and 11-year-olds. Differences were found in the number of children (disregarding sex) with all their permanent teeth in the groups of 13-year-old children: the value was 37.5% in group III and 54.1% in group I.

of the study group and the control, we refer to the results of the other studies from the 1970s to which the historical study was compared. The studies from that period reported the acceleration of permanent tooth eruption in both the first and second phases. *Dyras* and *Łopatyńska-Kawko* showed that there was significant acceleration, suggesting a reduction of the standard age of permanent tooth eruption in the second phase.⁴ The studies of other authors from this period also showed that the rate of tooth exchange was faster, especially for the canines and the second molars.⁵ Only in the studies of *Przyłipiak* et al. from this period there was no acceleration.⁶ The complete eruption of the first molars was noted at the age of eight years.

In the background of these results, the Skawina group from 1970s' significantly differed. In all age groups and in both sexes there was a decline in the speed of tooth eruption by a year, on average, which was explained as the toxic effect of fluorine.¹ Delays in the second phase of permanent tooth eruption, especially among boys, living in areas with higher concentrations of fluorine were also noted in studies of Finnish children from the 1990s.⁷ In that same decade, *Carlos* et al. and *Leroy* et al. concluded that the relationship between exposure to fluorine and the average age of permanent tooth eruption was minimal.^{8,9} Leroy observed a strong relationship between the condition of the deciduous molars and the rate of replacement of teeth. The eruption of premolars in the maxilla and mandible was 2–8 months earlier when the deciduous molars were damaged or removed because of tooth decay with the same exposure to fluorine. The effect of the premature loss of deciduous molars with the early eruption of permanent successors was also noted by *Kochhar* et al.¹⁰, though it is not confirmed in the studies of *Mayhall* et al.¹¹ or *Mugonzibwa* et al.¹² There was no impact of the premature removal of deciduous teeth on the acceleration of permanent tooth eruption in our study. Comparing the results from our contemporary group with those from the 1970s group, acceleration was observed in the dynamics of eruption of the permanent teeth, but not in ages or all sexes. But if we compare another study from

A i F). U dziewcząt istotne statystycznie różnice wystąpiły w podgrupie D i G (10- i 13-latków) oraz w mniejszym stopniu w podgrupie C i E (9- i 11-latków). Przy porównaniu wartości odsetkowej dzieci bez podziału na płeć, u których w poszczególnych grupach wiekowych wyróżnione były wszystkie stałe zęby wykazano w przypadku 13-latków (37,5% gr III i 54,1% gr I).

Dyskusja

Głównym celem podjętego projektu było porównanie tempa wyrzynania zębów w odległych czasowo (prawie 40 lat) grupach populacyjnych, żyjących na tym samym terenie, ale w odmiennych warunkach środowiskowych. Przeprowadzając analizę porównawczą grupy badanej i kontrolnej archiwalnej, nie sposób nie odnieść się do wyników innych badań pochodzących z lat siedemdziesiątych, w stosunku do których, była ona wtedy porównywana. W badaniach z tego okresu informowano o przyspieszeniu wyrzynania zębów zarówno pierwszej jak i drugiej fazy. *Dyras* i *Łopatyńska-Kawko*⁴ wykazały znaczne przyspieszenie, sugerując obniżenie normy wiekowej dla wyrzynania zębów drugiej fazy. Z badań innych autorów z tego okresu⁵ również wynika, że tempo wymiany uzębienia jest szybsze, szczególnie odnosi się to do kłów i drugich zębów trzonowych. Jedynie w badaniach *Przyłipiaka*⁶ nie zaobserwowano przyspieszenia odnotowując, że dopiero w ósmym roku życia zakończony jest proces wyrzynania pierwszych stałych zębów trzonowych. Na tle tych wyników, badana w siedemdziesiątych latach grupa skawińska znacząco się różniła.¹ We wszystkich grupach wiekowych u obu płci odnotowano obniżenie tempa w wyrzynaniu zębów przeciętnie o rok, co próbowano wyjaśnić toksycznym wpływem fluoru. Opóźnienie wyrzynania zębów II fazy uzębienia stałego szczególnie u chłopców, zamieszkujących teren o podwyższonym stężeniu fluoru odnotowano w badaniach dzieci fińskich z lat 90-tych.⁷ Do innych wniosków doszli natomiast *Carlos* i *wsp.*⁸ oraz *Leroy*⁹, którzy w latach 90-tych odnotowali, że związek pomiędzy ekspozycją na fluor a średnią wieku wyrzynania zębów stałych był minimalny. Zaobserwowali natomiast silny związek pomiędzy stanem mlecznych zębów

the 1970s with the contemporary group, we can observe a delay in both the research group (I) and the control group (III).

The contemporary literature and that from the 1990s is ambiguous regarding the dynamics of permanent tooth eruption, although acceleration was observed as being more as frequent.^{4,13-15} Some authors suggested that the inception of the second phase of deciduous teeth replacement by permanent ones occurs in the eighth year of life, though this was not observed in our research. In the research groups, the end of the first phase of permanent tooth eruption was not observed until nine years of age, which is consistent with the research of *Przylipiak*, *Kochhar*, *Eskeli*, and *Diamanti*.^{6,10,16,17} According to other research, it seems that the lower jaw incisor type of eruption is dominant.¹⁸⁻²¹

Knowledge of the time and sequence of permanent tooth eruption is essential in daily orthodontic practice, in which the developmental age patient is the main topic of interest. The acceleration of individual development observed by many authors manifests itself, among other ways, in the acceleration of the speed of the eruption of teeth; it is, therefore, necessary to update the data. According to our research, differences exist in the rate of eruption of teeth; these differences depend on environmental conditions, so the verification of eruption time data should consider the population of a specific region. In this research, it was established that the change in the environmental conditions in Skawina were connected with the closure of the local aluminum smelter in 1983, and this should translate into a change of pace in the development of children from the area. The eruption of teeth is one of the simple indicators that can be examined. The results obtained in this research give an ambiguous answer to the research hypothesis. Permanent tooth eruption in children currently living in the formerly fluorine-contaminated area is more dynamic than in the children who were living there at the time of contamination forty years earlier, but the increase in the rate is not observed in all age groups and differs between the sexes. In the 7-, 9-, and 13-year-old age subgroups of boys,

trzonowych a tempem wymiany zębów w strefie podparcia. Wyrzynie zębów przedtrzonowych w szczęce i żuchwie było 2-8 miesięcy wcześniejsze, gdy mleczne zęby trzonowe były zniszczone lub usunięte z powodu próchnicy przy tej samej ekspozycji na fluor. Wpływ przedwczesnej utraty mlecznych zębów trzonowych na wcześniejsze wyrzynie stałych następców zauważyli również *Kochhar* i wsp.,¹⁰ nie potwierdzono tego w badaniach *Mayhall* i wsp.¹¹ i *Mugonzibwa* i wsp.¹² W badaniach własnych nie odnotowano wpływu przedwczesnego usuwania mlecznych zębów na przyspieszenie wyrzynania zębów stałych. Porównując wyniki badań obecnych z grupą archiwalną można zauważyć w grupie badanej współczesnej przyspieszenie w tempie wyrzynania, ale nie we wszystkich podgrupach wiekowych u obu płci. W porównaniu natomiast z pozostałymi badaniami z lat 70-tych XX w. obecnie zauważa się opóźnienie wyrzynania zarówno w grupie badanej (I), jak i kontrolnej (III).

Piśmiennictwo z lat 90 ubiegłego wieku i współczesne niejednoznacznie wypowiada się na temat dynamiki wyrzynania zębów, jakkolwiek częściej można znaleźć informacje o akceleracji.^{4,13-15} Niektórzy autorzy sugerują rozpoczęcie II fazy wymiany zębów mlecznych na stałe już w 8 roku życia, czego nie odnotowano w badaniach własnych. W badanych obecnie grupach dopiero u dzieci 9-letnich można mówić o zakończonej pierwszej fazie wyrzynania zębów stałych, co jest zgodne z badaniami *Przylipiaka*, *Kochhar*, *Eskeli*, *Diamanti*.^{6,10,16,17} Podobnie jak w innych badaniach częściej występuje w obecnej populacji w żuchwie siekaczowy typ wyrzynania.¹⁸⁻²¹

Znajomość czasu i kolejności wyrzynania stałych zębów jest niezbędna w codziennej praktyce ortodontycznej, w której głównym tematem zainteresowania jest pacjent w wieku rozwojowym. W związku z obserwowanym przez wielu autorów przyspieszeniem rozwoju osobniczego, co manifestuje się m.in. przyspieszeniem terminów wyrzynania zębów, konieczna jest aktualizacja danych. Jak wynika z badań, występują różnice w tempie wyrzynania zębów w zależności od warunków środowiskowych, dlatego weryfikacja powinna dotyczyć populacji z danego regionu. W badaniu

and in the 8-, 12-, and 13-year-old age subgroups of girls in the contemporary group, faster rates of permanent tooth eruption were observed. The equalization of the rate of tooth eruption in the contemporary groups was assumed in this research, and in relation to this, the answer is ambiguous. Among the boys from both groups, no statistically significant differences were observed, though there were differences among the girls showing greater dynamics of permanent tooth eruption in the group living in the previously fluorine-contaminated area. The differences concerned half of the age subgroups (9-, 10-, 11-, and 13-year-olds), though it was particularly important only for the 10- and 13-year-olds. The comparison between the contemporary groups and the historical control group from Cracow, to which *Wodniecki et al.*¹ related their results, is important. In no age subgroup of either sex did the contemporary Cracow group (group III) show as high a rate of eruption as the group from Cracow in the 1970s, and in the group from Skawina (group I), only 7-year-old boys had a higher number of permanent teeth per individual. This would confirm the trend, observed by some authors, of a slowdown in the exchange of dentition over the last forty years, perhaps associated with the inhibition in general developmental acceleration.^{16,22-25}

Conclusions

Permanent tooth eruption in the group of children living in the previously fluorine-contaminated area is more dynamic than among the children living there 40 years earlier during the period of pollution. The increased dynamism is not observed in all age subgroups, and differs between the male and female groups. There is some impact of the environment on the dynamics of permanent tooth eruption, but it is not possible to assess this phenomenon in isolation from other factors. Another conclusion is that, from time to time, it is necessary to verify the speed and sequence of tooth emergence for specific populations living in diversified environments.

założono, że zmiana warunków środowiskowych na terenie Skawiny w związku z zamknięciem w 1983 roku Huty Aluminium powinna przełożyć się na zmianę tempa rozwoju dzieci z tego obszaru, a wyrzynanie zębów jest jednym z prostych do badania jego wskaźników. Uzyskane w badaniach wyniki w niejednoznaczny sposób odpowiadają na postawioną hipotezę badawczą. Dynamika wyrzynania zębów stałych u dzieci obecnie zamieszkujących teren byłego skażenia fluorem jest większa niż u dzieci żyjących na tym terenie w czasie skażenia czterdzieści lat temu, ale wzrost dynamiki zaobserwowano nie we wszystkich grupach wiekowych, różnie u obu płci. W podgrupach wiekowych chłopców u 7-, 9- i 13-latków, i w podgrupach wiekowych dziewcząt u 8-, 12- i 13-letnich z grupy współczesnej odnotowano szybsze tempo wyrzynania zębów stałych. W badaniu założono również wyrównanie tempa wyrzynania w obu grupach współczesnych – i tu odpowiedź nie jest jednoznaczna. Wśród badanych chłopców z obu grup nie wykazano istotnych statystycznie różnic, wystąpiły różnice wśród dziewcząt świadczące o większej dynamice wyrzynania w grupie zamieszkującej teren byłego skażenia fluorem. Różnice dotyczą niektórych grup wiekowych (9-, 10-, 11- i 13-latków), choć szczególnie istotne tylko wśród 10- i 13-latków. Ważne jest natomiast porównanie pomiędzy współczesnymi grupami a archiwalną grupą kontrolną krakowską, do której odnosili swoje wyniki *Wodniecki i wsp.*¹ W żadnej grupie wiekowej u obu płci, współczesna grupa krakowska (grupa III) nie osiągnęła takiego tempa wyrzynania jak grupa krakowska z lat siedemdziesiątych, a w grupie skawińskiej (grupa I) jedynie 7-letni chłopcy mieli wyższy współczynnik liczby stałych zębów na osobę. To potwierdzałoby zauważony przez niektórych autorów trend o spowolnieniu wymiany uzębienia w ostatnich czterdziestu latach związany może z zahamowaniem ogólnorozwojowej akceleracji.^{16, 22-25}

Wnioski

Dynamika wyrzynania zębów stałych u dzieci obecnie zamieszkujących teren byłego skażenia fluorem jest większa niż u dzieci żyjących na tym

tereniu w czasie skażenia 40 lat temu. Wzrost dynamiki zaobserwowano nie we wszystkich grupach wiekowych, różnie u obu płci. Obserwuje się wpływ środowiska na dynamikę wyrzynania zębów, ale w związku z tym, iż proces ten podlega wielu czynnikom, nie można w sposób wyizolowany ocenić jednego z nich. Wynika z tego kolejny wniosek, że normy wyrzynania zębów powinny być weryfikowane co pewien czas dla konkretnych populacji, żyjących w konkretnych warunkach środowiskowych.

References

1. Wodniecki J, Knychalska-Karwan Z, Dyraś M, Gawrzewska B, Michalik B, Szafraniec I: [Dynamics of tooth eruption under the influence of air polluted by industrial gases and dust containing fluorine compounds]. *Folia Med Cracov* 1975; 17: 235-243.
2. Chlebna-Sokół D: Współczesne metody oceny rozwoju biologicznego dzieci i młodzieży. *Ortop Szczęk Ortod* 2001; 4: 15-18.
3. Oral health surveys: basic methods. 4th ed. Geneva: WHO. 1997.
4. Dyraś M, Łopatyńska-Kawko J: [Acceleration of eruption of permanent teeth]. *Czas Stomatol* 1971; 24: 1423-1426.
5. Abram D, Dadun-Sek A, Mazurkiewicz K, Misiewicz A, Nowy M, Pohoska M, et al.: [Eruption of permanent teeth in school-age children of Wrocław]. *Czas Stomatol* 1978; 31: 191-196.
6. Przyłipiak S, Korobczak D, Kulikowski W: [Eruption of permanent teeth in Polish school-age children]. *Czas Stomatol* 1973; 26: 965-970.
7. Virtanen JJ, Bloigu RS, Larmas MA: Timing of eruption of permanent teeth: standard Finnish patient documents. *Community Dent Oral Epidemiol* 1994; 22: 286-288.
8. Carlos JP, Gittelsohn AM: Longitudinal Studies of the Natural History of Caries. I. Eruption Patterns of the Permanent Teeth. *J Dent Res* 1965; 44: 509-516.
9. Leroy R, Bogaerts K, Lesaffre E, Declerck D: The effect of fluorides and caries in primary teeth on permanent tooth emergence. *Community Dent Oral Epidemiol* 2003; 31: 463-470.
10. Kochhar R, Richardson A: The chronology and sequence of eruption of human permanent teeth in Northern Ireland. *Int J Paediatr Dent* 1998; 8: 243-252.
11. Mayhall JT, Belier PL, Mayhall MF: Canadian Eskimo permanent tooth emergence timing. *Am J Phys Anthropol* 1978; 49: 211-216.
12. Mugonzibwa EA, Kuijpers-Jagtman AM, Laine-Alava MT, van't Hof MA: Emergence of permanent teeth in Tanzanian children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2002; 30: 455-462.
13. Śmiech-Słomkowska G, Krzywańska-Karolewska M: [Type of malocclusion and dynamics of tooth eruption in twins and children from unifetal pregnancies.] *Czas Stomatol* 2006; 59: 876-881.
14. Kawala B, Matthews-Brzozowska T: Tempo wyrzynania zębów stałych u dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym z regionu Dolnego Śląska. *Ann Univ Mariae Curie-Skłodowska, D Med* 2005; 60: 375-377.
15. Kitlińska B, Jurczak A: Wyrzynanie zębów u 7-letnich dzieci szkół miasta Krakowa. *Stomatol Klin* 1992; 13: 145-151.
16. Diamanti J, Townsend GC: New standards for permanent tooth emergence in Australian children. *Aust Dent J* 2003; 48: 39-42.
17. Eskeli R, Laine-Alava MT, Hausen H, Pahkala R: Standards for permanent tooth emergence in Finnish children. *Angle Orthod* 1999; 69: 529-533.
18. Nystrom M, Kleemola-Kujala E, Evalahti M, Peck L, Kataja M: Emergence of permanent teeth and dental age in a series of Finns. *Acta Odontol Scand* 2001; 59: 49-56.

19. Hagg U, Taranger J: Timing of tooth emergence. A prospective longitudinal study of Swedish urban children from birth to 18 years. *Swed Dent J* 1986; 10: 195-206.
20. Kwapińska H, Kaczmarczyk-Stachowska A, Ciesielska M, Fijał D, Gawrzewska B: Ocena wyrzynania zębów stałych u dzieci 6-letnich w trzech środowiskach województwa krakowskiego. *Prz Stomatol Wieku Rozw* 1997; 18: 4-8.
21. Biedowa J, Knychalska-Karwan Z: Wyrzynanie się zębów stałych u dzieci z Krakowa i Rzeszowa. *Pol Tyg Lek* 1972; 25: 220-223.
22. Wedl JS, Schoder V, Blake FA, Schmelzle R, Friedrich RE: Eruption times of permanent teeth in teenage boys and girls in Izmir (Turkey). *J Clin Forensic Med* 2004; 11: 299-302.
23. Radochońska A, Dudzik S, Perenc L: Trend sekularny w rozwoju fizycznym dzieci z Rzeszowa w wieku od 7 do 14 lat. *Prz Med Uniw Rzesz* 2005; 3: 113-120.
24. Krawczyński M, Wysocka-Gryczka K, Czarnecka A, Walkowiak J, Krzyżaniak A: Kierunek zmian w rozwoju fizycznym dzieci przedszkolnych w Poznaniu w latach 1970-2000. *Nowiny Lek* 2001; 70: 1120-1130.
25. Cichocka BA, Woronkiewicz A, Kowal M, Sobiecki J, Pałosz J, Mądrzak E: Wyrzynanie się zębów stałych: zmiany sekularne w populacji dzieci przedszkolnych z Krakowa w ostatnim półwieczu – badania pilotażowe. *Pediatr Pol* 2009; 84: 251-255.

Address: 31-155 Kraków, ul. Montelupich 4
Tel.: +4812 4245442; Fax: +4812 4245494
e-mail: jolanta.loster@uj.edu.pl

Received: 16th February 2015
Accepted: 7th June 2015